

В.І. Кальченко, д-р техн. наук, В.В. Кальченко, д-р техн. наук,  
А.В. Кологойда, Чернівці, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗАТОЧУВАННЯ ГОЛЧАСТОЇ ПОВЕРХНІ БАРАБАНІВ ТА ВАЛИКІВ ТЕКСТИЛЬНИХ МАШИН**

*Запропоновано новий спосіб заточування голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин двома брусками з різною зернистістю, що забезпечує виконання чорнової та чистої обробки за один прохід та покращує якість заточки. При обробці за новим способом у результаті руху брусків у площині формоутворення виключається похибка твірної. По периметру голки утворюється фаска, що виключає появу задирки, яка призводить до обриву вовни та збільшує відсоток випуску бракованої продукції.*

*Предложен новый способ заточки игольчатой поверхности барабанов и валиков текстильных машин двумя брусками с разной зернистостью, что дает возможность проводить черновую и чистовую обработку за один проход и улучшает качество заточки. При обработке новым способом в результате движения брусков в плоскости формообразования исключается появление погрешности образующей. По периметру иглы образуется фаска, что исключает появление заусенцев, которые приводят к обрыву шерсти и выпуску брака.*

*A new method of grinding the surface of the needle-like drums and rollers of textile machines with two bars with different grain size, which makes it possible to carry out roughing and finishing in one pass, and improves the quality of sharpening. When processing a new way as a result of the motion in the plane of the bars forming the appearance of error is eliminated generator. Along the perimeter of the needle bevel is formed, which prevents the appearance of rough edges, which lead to breakage and production of wool marriage.*

На підприємствах, які виготовляють вироби із вовни широко застосовуються чесальні агрегати, головними складовими яких є подаючі й чесальні барабани та робочі валики, що працюють в парі з ними. Барабани виробляють діаметром від 900 мм (фірма «Befama», Польща) до 3,5 м («Ostir», Італія), робочі валики – діаметром до 240 мм. В процесі роботи голчата поверхня барабанів та валиків чесальних машин зазнає фрикційного зносу, у результаті якого знижується якість вихідної продукції. Для відновлення необхідних характеристик робочої поверхні подаючого та чесального барабанів здійснюють їх заточування не знімаючи з агрегату, а робочі валики переносяться і шліфуються на круглошліфувальних верстатах.

За відомими методами, заточування торців вигнутих циліндричних голок барабанів 4, 6 (рис. 1) та валиків текстильних машин, здійснюють валиком, обтягнутим абразивною стрічкою або шліфувальним кругом 1 [1], при цьому осі обертання інструмента 2 та оброблюємих поверхонь 3, 5 не лежать у одній горизонтальній площині в результаті чого виникає їх перехрещення. Теоретичні та експериментальні дослідження показали, що прогин циліндричної напрямної 7 від власної ваги та з урахуванням маси шліфувальної голівки у середній її частині становить близько 0,18 мм. Таким

чином, конструктивні особливості процесу обумовлюють виникнення похибки твірної у вигляді ввігнутої кривої, що при подальшій роботі чесального агрегату збільшує відсоток браку.

При заточці голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин циліндричним інструментом робочий елемент голки – її кінчик, має форму еліпса (рис. 1, А, В), розміри більшої піввісі якого залежать від кута нахилу голки під час обробки.

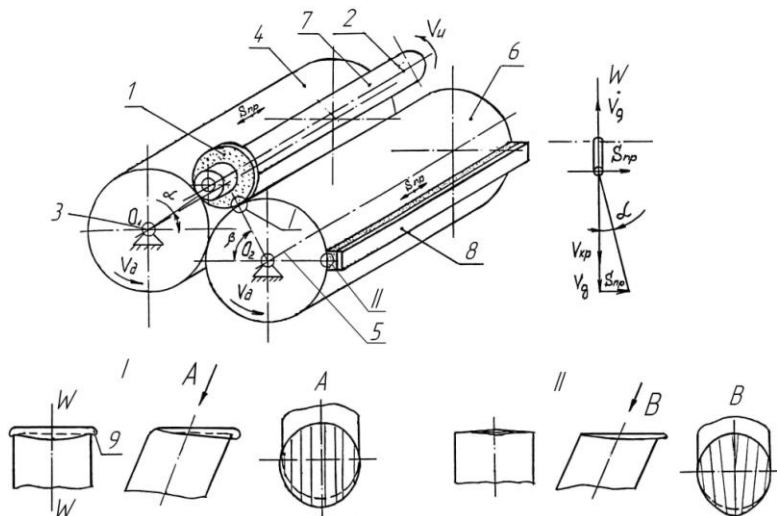


Рисунок 1 – Схема шліфування торців голок робочих барабанів периферією шліфувального круга

Кут нахилу  $\alpha$  результуючої швидкості різання відносно площини  $W$ , що співпадає з нахилом голок гарнітури і проходить через вісь заточуємої голки, можна визначити з рівняння

$$\alpha = \arctg \frac{\pm S_{np}}{V_{kp} + V_d}, \quad (1)$$

де  $V_{kp}$ ,  $V_d$ ,  $S_{np}$  – швидкості шліфувального круга, деталі та повздовжньої подачі.

Підставивши в рівняння 1 граничні значення параметрів режимів різання, які застосовуються на практиці ( $V_k = 20 \dots 35 \text{ м/с}$ ,  $V_d = 1 \dots 1,2 \text{ м/с}$ ,  $S_{np} = 200 \dots 1200 \text{ мм/хв}$ ), отримаємо межі зміни кута  $\alpha = \pm(3^\circ \dots 10^\circ)$ . Практично напрям результуючої швидкості заточування співпадає з нахилом голок гарнітури і знаходиться в площині  $W$  їх нахилу.

При заточуванні голчастої поверхні в зоні контакту інструмента і голок виникають високі температури, у результаті чого торці голок оплаваються і деформований метал виноситься на їх кінчики, утворюючи задирку. Виступаючи за номінальний діаметр голки задирка, в процесі роботи спричинює розрив вовни, що призводить до випуску бракованої продукції.

За існуючими технологіями задирка 9 частково знімається в наслідок реверсивного руху шліфувальних брусків 8 вздовж осі 5 барабана 6 (рис. 1).

Кут нахилу  $\alpha_1$  результуючої швидкості заточування відносно площини  $W$  визначається з рівняння

$$\alpha_1 = \arctg \frac{\pm S_{np} \pm V_o}{V_o}, \quad (2)$$

де  $V_o$ ,  $S_{np}$ ,  $V_o$  – швидкості поступального руху брусків 8 вздовж осі 5 валика, повздовжньої подачі і обертання деталі.

Підставивши в рівняння 2 граничні значення параметрів режимів різання, які застосовуються на практиці ( $V_o = 1 \dots 4$  м/мин,  $V_o = 1 \dots 1,2$  м/с,  $S_{np} = 200 \dots 1200$  мм/хв), отримаємо межі зміни кута  $\alpha_1 = \pm(0 \dots 5^\circ)$ . Реверсивний характер поступального руху планки з брусками накладає обмеження на використання великих швидкостей осцилюючого руху  $V_o$ , оскільки в період зміни напрямку руху брусків в системі виникають великі інерційні навантаження. Напрямок результуючої швидкості заточки відхиляється від площини  $W$  нахилу голок до  $5^\circ$ , тому цей спосіб не забезпечує видалення задилок на бічних поверхнях голки. Задирка на кінчику голки за цим методом заточування залишається.

Метою даної роботи є розробка та обґрунтування доцільності використання нового способу заточки голчастої поверхні барабанів та валиків текстильних машин.

Запропоновано новий спосіб обробки голчастої циліндричної поверхні торцем бруска, який забезпечує підвищення якості та продуктивності заточування поверхні барабанів та валиків текстильних машин [2].

При заточці голчастої поверхні валика радіусом  $R$ , його встановлюють у центри верстата (рис. 2, а) і надають йому обертання зі швидкістю  $V_o$  навколо власної вісі та переміщення  $S_o$  вздовж осі  $OZ$  системи координат деталі  $OXYZ$  (рис. 2, а). Брусок 2 (рис. 2) за допомогою двох кривошипів довжиною  $r$  (рис. 2, а), здійснює круговий поступальний рух у площині, паралельній  $XOZ$  зі швидкістю  $V_u$ . У початковому положенні його підводять до дотику з деталлю 1 по її твірній 3 і здійснюють подачу на різання вздовж осі  $OY$ .

Радіус-вектор оброблюваної поверхні деталі  $\vec{r}_d$  може бути записаний таким чином:

$$\vec{r}_d = M6(\theta) \cdot M2(y_c) \cdot M3(z_c) \cdot M1(x_c) \cdot M5(\psi) \cdot M1(x_u) \cdot M2(y_u) \cdot M3(z_u) \cdot \vec{e}_4. \quad (3)$$

Система зв'язків:

$$z_c = p \cdot \theta \pm r \cdot \sin\psi; \quad p = S_0 / 2\pi; \quad y_c = R; \quad x_c = r \cdot \cos\psi; \quad (4)$$

$$\psi = \psi(\theta_1); \quad y_u = \text{const}; \quad \frac{\partial \vec{r}_{\partial u}}{\partial x_u} \times \frac{\partial \vec{r}_{\partial u}}{\partial z_u} \cdot \frac{\partial \vec{r}_{\partial u}}{\partial \theta} = 0,$$

де  $M1, M2, M3$  – матриці лінійних переміщень вздовж осей  $X, Y, Z$ ;  $M5, M6$  – матриці кутових поворотів навколо осей  $Y, Z$  [3];  $\vec{e}_4$  – радіус-вектор початку координат поточної точки поверхні;  $x_c, y_c, z_c$  – поточні координати початку координат  $O_u$  системи координат  $O_u X_u Y_u Z_u$  бруска в системі координат деталі;  $r$  – радіус кругового поступального руху бруска в площині формоутворення;  $\theta$  – кутовий параметр деталі;  $p$  – параметр гвинтового руху;  $S_0$  – подача на оберт деталі;  $\psi$  – кут повороту бруска у площині формоутворення;  $x_u, y_u, z_u$  – координати точок робочої поверхні бруска в його системі координат;  $\theta_1$  – кут контакту голки 4 і бруска 2 (рис. 2, а):

$$\theta_1 = \arccos\left(\frac{R}{R + \delta}\right). \quad (5)$$

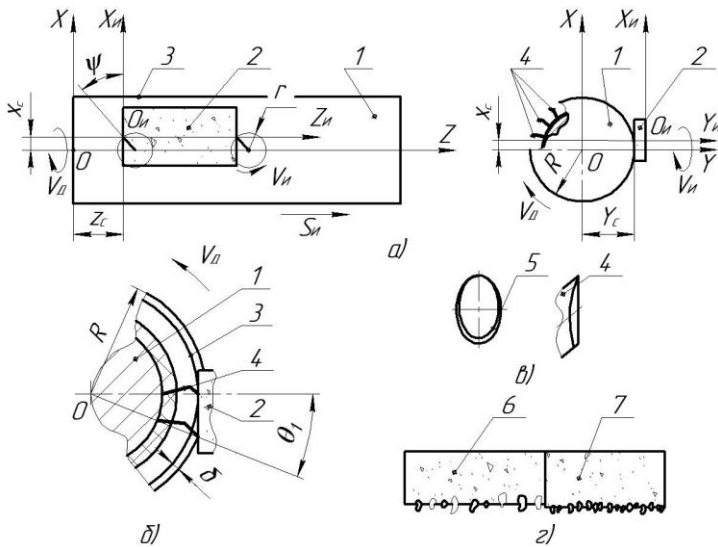


Рисунок 2 – Схема обробки циліндричної голчастої поверхні торцем бруска

З рис. 2, б зрозуміло, що для того щоб при знятті припуску  $\delta$  на одній голці брусок здійснив не менш ніж один повний оберт, необхідно, щоб  $\psi \geq 2\pi\theta_1$ . У результаті обробки по периметру голки утворюється фаска 5, яка виключає появу задирок, що запобігає розриву вовни при роботі чесального агрегату.

Шліфувальний брусок (рис. 2, г) має різнозернисту структуру, що забезпечує виконання чорнової та чистової обробки. Для чорнової обробки доціль-

но використовувати термостійкий кубічний нітрид бору з розміром зерен 160 мкм (поз. 6), для чистового шліфування – мікропорошок кубаніту з розмірами 40 мкм (поз. 7).

Проведемо оцінку точності обробки голчастої циліндричної поверхні валика та барабанів текстильних машин. Розглянемо схему формоутворення циліндричної поверхні валика. Для запропонованого способу формоутворююча система буде мати вигляд табл. 1 (рис. 3) [4].

Таблиця 1 – Формоутворююча система при обробці голчастої поверхні торцем бруска

Система координат	Ланка формоутворюючої системи	Переміщення відносно попередньої ланки	
		Опис	Матриця переміщень
$S_0$	Оброблювана деталь 1	Вихідна ланка (умовно нерухома)	–
$S_1$	Станина	Формоутворююче обертання деталі навколо осі z на кут $\theta$ (поточний кут повороту оброблюваної деталі)	$M6(\theta)$
$S_2$	Механізм поперечної подачі	Встановлення відстані між робочою поверхнею бруска та осьюовою площиною валика	$M2(y_c)$
$S_3$	Механізм повздовжньої подачі	Повздовжня подача деталі	$M3(z_c)$
$S_4$	Механізм повороту шліфувальних брусків	Переміщення бруска у вертикальній площині (вздовж осі x)	$M1(x_c)$
$S_5$	Шліфувальний брусок 2	Поворот бруска у площині формоутворення	$M5(\psi)$

Відповідно до табл. 1 координатний код формоутворюючої системи має вигляд:  $k = 62315$ , швидкісний код  $k_v = 10112$ .

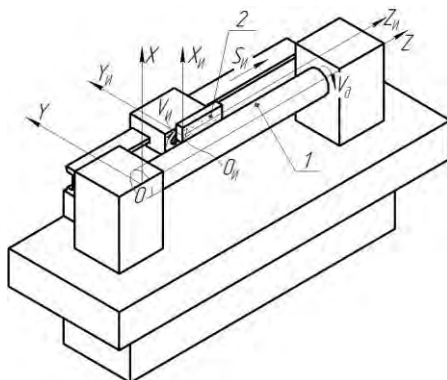


Рисунок 3 – Модель обробки циліндричної голчастої поверхні торцем бруска

Особливістю шліфувальних верстатів є те, що інструмент, яким проводиться обробка правиться безпосередньо на верстаті, таким чином на точність обробки впливають не тільки похибки положення ланок формуючої системи деталі, а й похибки положення ланок формуючої системи інструменту [3].

Радіус вектор робочої поверхні 1  $\vec{r}_u$  (рис.4) інструмента має вигляд

$$\vec{r}_u = M1(x) \cdot M3(z) \cdot \vec{e}_4, \quad (6)$$

де  $x, z$  – поточні координати вздовж відповідних осей робочого профілю бруска.

В процесі заточування голчастої поверхні відбувається засалювання шліфувальних брусків, у результаті чого значно зростають сили різання та температури в зоні контакту. Для очищення поверхні брусків використовують електроерозійний метод (рис. 5). За даною схемою шліфувальний брусок 1 і електрод інструмент 2 підключають до джерела живлення, проміжок між електродами заповнюється діелектричною рідиною 3. В результаті розрядів між електродом інструментом та шліфувальним бруском, відбувається очищення останнього, причому профіль бруска не змінюється. Отже при використанні даного методу правки похибка положення ланок формуючої системи інструмента дорівнює нулю.

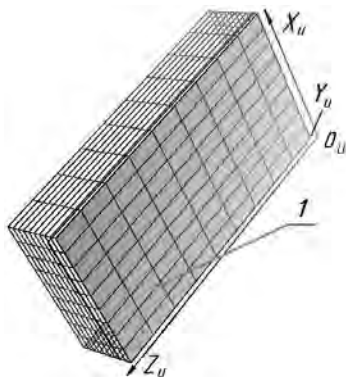


Рисунок 4 – Графічна інтерполяція поверхні інструмента

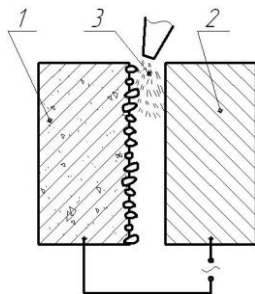


Рисунок 5 – Схема очищення робочої поверхні бруска

Враховуючи вище сказане, вважаємо, що вихідна точність голчастої циліндричної поверхні валика при обробці за запропонованою схемою буде визначатись похибками положення ланок формуючої системи верстата при обробці деталі.

Запропоновано модель вихідної точності обробки голчастої циліндричної поверхні торцем бруска (рис. 6), а також визначено вплив вхідних похибок положення ланок формуючої системи деталі на точність її форми

та розмірів (табл. 2). Максимальна похибка виникає при зміщенні інструмента у напрямку осі Y та повороту навколо осі X. Розрахунки та побудова функціональних залежностей проводились у математичному пакеті MathCad.

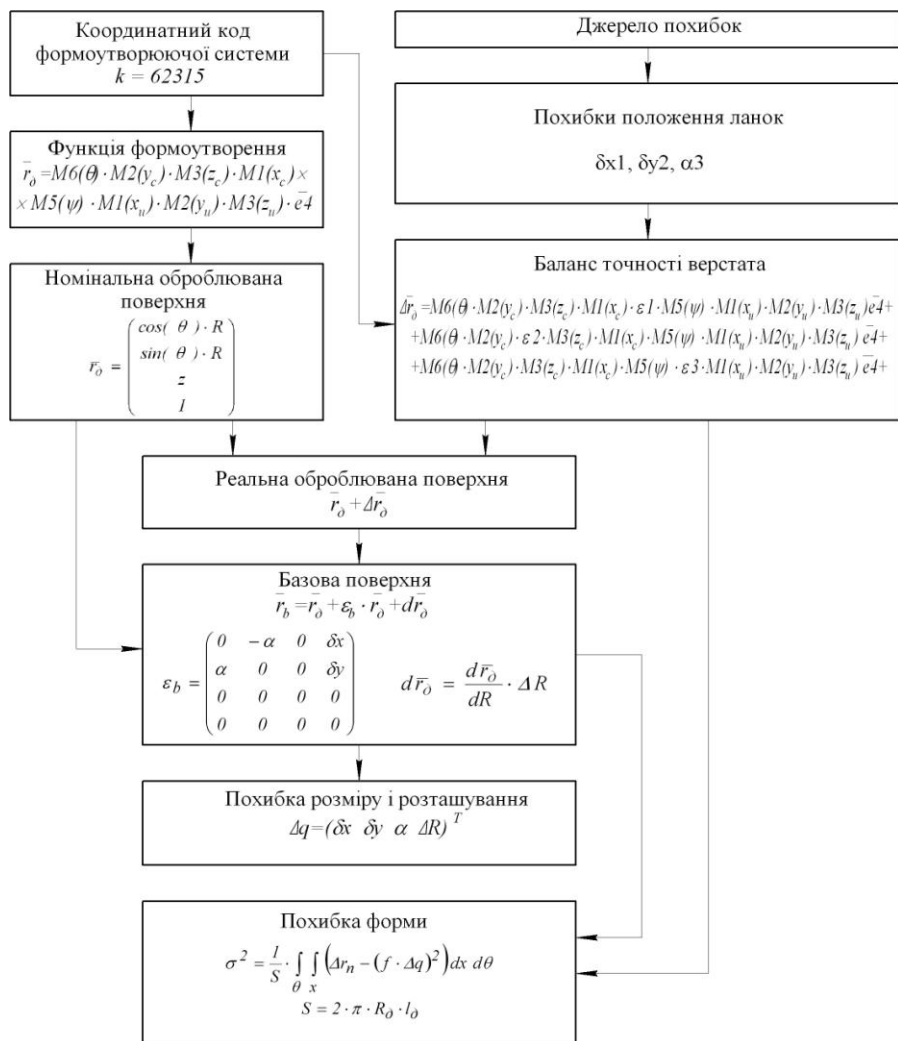
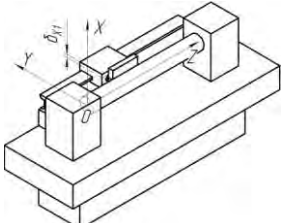
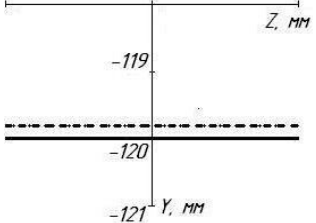
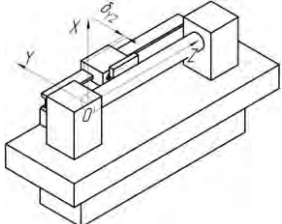
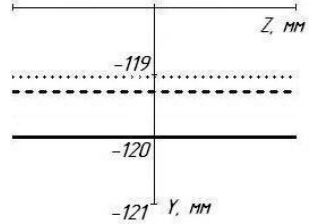
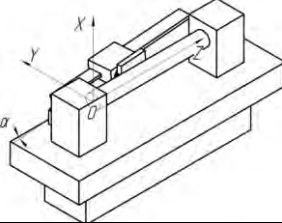
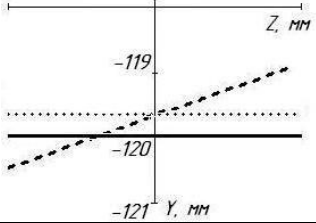
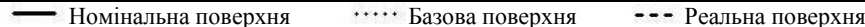


Рисунок 6 – Модель вихідної точності обробки голчастої циліндричної поверхні торцем бруска

Таблиця 2 – Вплив вхідних похибок на точність форми і розмірів голчастої циліндричної поверхні

Система координат	Ланка формуючої системи
	
	
	
	

**Висновки.** Запропонований спосіб забезпечує підвищення точності та продуктивності заточування голчастих поверхонь барабанів та валиків текстильної машини. При обробці виключається похибка твірної у результаті руху брусків у площині формоутворення та поява задирок на робочих кінцях голок. По периметру голки утворюється фаска, яка позитивно впливає на робочі характеристики чесального агрегату.

**Список використаних джерел:** 1. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Кологойда А.В. Особливості процесу заточки голок валків чесальних машин зі схрещеними осями інструмента та деталі // Вісник Сумського державного університету. Науковий журнал. – Суми: СумДУ, 2010.– № 4. – С. 55-60. 2. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Головач Д.О. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель №20813/ЗУ/11 від 07.10.2011 по заявці у 2011 05803 «Спосіб заточування голчастої циліндричної поверхні торцем бруска». 3. Грабченко А.І., Кальченко В.І., Кальченко В.В. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали (Монография). – Чернигов: ЧГТУ, 2009. – 356 с. 4. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1986, 336 с.

Поступила до редколегії 15.06.2012